

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO



DIVISIÓN DE INGENIERÍA

**Determinación Del Nivel Productivo Del Cultivo De
Sorgo Para Grano**

Por:

Luis Enrique Serrano Ledesma

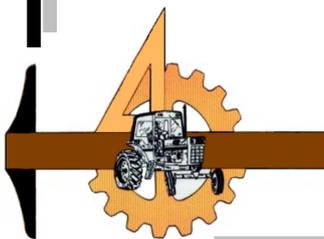
MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

ABRIL DE 201



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE MAQUINARIA AGRÍCOLA

DETERMINACIÓN DEL NIVEL PRODUCTIVO DEL CULTIVO DE SORGO PARA
GRANO

POR:

LUIS ENRIQUE SERRANO LEDESMA

MONOGRAFÍA

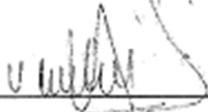
Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial
para Obtener el Título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobado por el comité de monografía

Asesor Principal

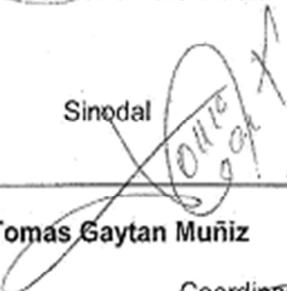
Director Externo

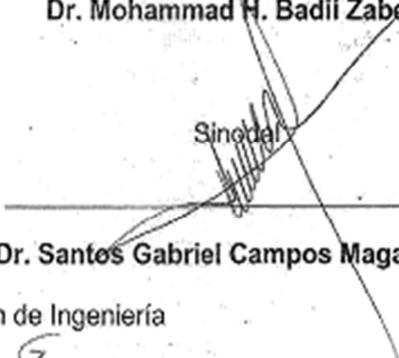

Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela García


Dr. Mohammad H. Badii Zabah

Sinodal

Sinodal


M.C. Tomas Gaytan Muñiz


Dr. Santos Gabriel Campos Magaña

Coordinador de la División de Ingeniería


M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO.

ABRIL DEL 2013

DEDICATORIAS

Con gran cariño y admiración les dedico mi triunfo.

A MIS PADRES:

Sr. Ismael Serrano Vargas y Sra. Guillermina Ledesma Ayala, que me dieron la vida, me apoyaron y creyeron en mí en todo momento aun estando lejos de ellos. Gracias por apoyarme en las buenas y en las malas. Que me ayudaron a levantar el ánimo cuando lo necesitaba y guiarme por el camino del bien. Agradezco el haberme inculcado los valores que me formaron, por que sin su apoyo no hubiese cumplido este logro tan importante en la mi vida la cual comparto con ustedes.

A MIS HERMANOS Y SOBRINAS:

Emmanuel, Rosa Elena, Gabriela y mis sobrinas Itzel, Dulce María y Jessica por que siempre de una u otra forma me entregaron su cariño y apoyo durante toda mi carrera y parte de mi vida. En especial a mi hermana *Gabriela* que estuvo a mi lado apoyándome y tratando de siempre dibujar una sonrisa en mi rostro y no dejarme caer cuando más lo necesite.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS:

Raymundo, Abraham, Refugio, Isaí, Oscar, José Erick, Rama Osiris, Filiberto, Miguel, Mariano y Mauricio que me brindaron su amistad, apoyo, me aconsejaron y que fue con quienes pase momentos inolvidables en el transcurso de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por iluminarme el en el camino en todo momento, fortalecerme día con día, por ser mi hombro de gran apoyo y no dejarme caer en los momentos difíciles que pase. Y como también el estar a mi lado en aquellos momentos felices de mi vida. Y en gran parte por poner en mi camino a mis amigos y maestros, quienes fueron clave importante para terminar una nueva etapa de mi vida.

A MI UNIVERSIDAD:

Que me abrió las puertas y darme la oportunidad de formarme como profesionista, y así como también el inculcarme los valores, la ética y una visión más amplia de lo que es ser una persona independiente. Por fortalecerme y enseñarme a no rendirme en momentos difíciles de la vida.

A MI ASESOR Y MAESTROS:

Agradezco al *Dr. Jesús Rodolfo Valenzuela García* por brindarme su apoyo y asesoría para la realización de este proyecto, a mis maestros del departamento de maquinaria, a todos y cada uno de ellos por su comprensión, apoyo y paciencia. Así como también por el haberme brindado de sus conocimientos a lo largo de mi estancia dentro y fuera del departamento de Maquinaria Agrícola.

A todos y cada uno de ellos gracias por brindarme de su apoyo, el cual me fue de gran ayuda para formarme como profesionista.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE CUADROS	VI
I. INTRODUCCIÓN	1
II. ORIGEN DEL SORGO PARA GRANO	4
III. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA	5
3.1 Principales Características Del Cultivo Del Sorgo Para Grano.....	5
3.2 Hojas.....	6
3.3 Inflorescencia.....	7
3.4 Semilla.....	8
3.5 Principales Variedades de Sorgo Para Grano.....	8
3.6 Principales Variedades de Híbridos de Sorgo Para Grano Sembradas en México.....	9
IV. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS	9
4.1 Agua.....	9
4.2 Temperatura.....	10
4.3 Suelo.....	11
4.4 Elevación.....	11
V. MATERIA VEGETAL	11
VI. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO	12
6.1 Tecnología de la siembra.....	12
6.2 Preparación del Terreno.....	13
6.2.1 Limpia del terreno.	13
6.2.2 Barbecho.....	14
6.2.3 Rastreo.....	15
6.2.4 Nivelación.	15
6.2.5 Surcado.....	15
6.2.6 Sembrado.	16
6.3 Fertilización.....	17
6.4 Riegos.....	20
6.5 Malezas.....	22

6.6 Plagas.....	26
6.6.1 Plagas de suelo.....	26
6.7 Plagas del cultivo.....	28
6.7.1 Principales plagas del cultivo.....	28
6.8 Enfermedades.....	34
6.9 Cosecha.....	39
VII. ESTADO CON MAYOR RENDIMIENTO DE SORGO PARA GRANO EN TON/HA EN MÉXICO	42
7.1 Localización.....	42
7.2 Características Edafo-climáticas del Estado de Querétaro.....	43
7.2.1 Clima.....	43
7.3 Características del Suelo.....	44
VII. PAQUETE TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN DE SORGO PARA GRANO EN EL ESTADO DE QUERÉTARO	45
8.1 Tecnología de Siembra.....	45
8.2 Híbrido de Semilla Sembrada y Cantidad Sembrada en Labranza Convencional.....	46
8.3 Híbrido de Semilla Sembrada y Cantidad Sembrada en Labranza de Conservación.....	46
8.4 Riego.....	46
8.5 Fertilización.....	46
8.6 Malezas y Como se Combaten.....	47
8.7 Herbicidas.....	47
8.8 Labores culturales.....	47
8.9 Plagas.....	48
8.10 Enfermedades.....	49
8.11 Cosecha.....	50
8.12 Rendimiento.....	51
IX. CONCLUSION	51
X. BIBLIOGRAFÍA.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2. MAPA DE REGIONES CON MAYOR PRODUCCIÓN DE SORGO PARA GRANO	2
FIGURA 3. TALLO.....	6
FIGURA 4. HOJAS.....	7
FIGURA 5. INFLORESCENCIA EN PANOJAS	7
FIGURA 6. SEMILLAS	8
FIGURA 7. SIEMBRA DIRECTA O DE LABRANZA CERO	13
FIGURA 8. LIMPIA DE TERRENO.....	14
FIGURA 9. BARBECHO.....	15
FIGURA 10. SEMBRADO	17
FIGURA 11. RIEGO DE ASIENTO EN TERRENO DE BARRIAL, PARA SIEMBRA EN PRIMAVERA-VERANO	21
FIGURA 12. RIEGO DE ASIENTO EN EL SUELO DE ALUVIÓN PARA SIEMBRA EN PRIMAVERA-VERANO.....	21
FIGURA 13. SORGO CON ZACATE JOHNSON.....	23
FIGURA 14. ZACATE JOHNSON Y CORREHUELA.....	24
FIGURA 15. GUSANO DE ALAMBRE, GUSANO BLANCO Y GUSANO GRIS	27
FIGURA 16. GUSANO CORTADOR	27
FIGURA 17. GUSANO DE LA MAZORCA (HELIOTHIS SP.).....	28
FIGURA 18. GUSANO COGOLLERO (SPODOPTERA FRUGIPERDA).....	29
FIGURA 19. GUSANO SOLDADO (SPODOPTERA EXIGUA) Y DAÑO	30
FIGURA 20. MOSQUITA DE PANOJA (CONTARINIA SORGHICOLA) Y DAÑO.....	31
FIGURA 21. PULGÓN VERDE Y CAFÉ.....	32
FIGURA 22. BARRENADOR DEL TALLO (DIATRAEA SP., ELASMOPALPUS LIGNOSELUS) Y DAÑO	33
FIGURA 23. GUSANO TELARAÑERO (NOLLA SORGHIELLA)	34
FIGURA 24. ERGOT Y SU DAÑO	36
FIGURA 25. ROYA DEL SORGO (PUCCINIA SORGHI).....	37
FIGURA 26. MANCHA ZONADA DE LA HOJA (GLOEOCERCOSPORA SORGHI).....	37
FIGURA 27. MANCHA GRIS DE LA HOJA (CERCOSPORA SORGHI)	38
FIGURA 28. ANTRACNOSIS Y/O PUDRICIÓN ROJA (COLLETOTRICHUM GRAMINÍCOLA)	39
FIGURA 29. MADURACIÓN DEL SORGO	40
FIGURA 30. COSECHA.....	40
FIGURA 31. LOCALIZACIÓN DE LUGAR DE MAYOR RENDIMIENTO	43
FIGURA 32. APLICACIÓN DE HERBICIDAS.....	47
FIGURA 33. GALLINA CIEGA	48
FIGURA 34. GUSANO CORTADOR Y GUSANO COGOLLERO	48
FIGURA 35. PLAGA DE TRIPS EN PANOJA DE SORGO.....	49
FIGURA 36. CHINCHE CAFÉ Y MOQUITA MIDGE	49
FIGURA 37. ENFERMEDAD DE ROYAS Y ERGOT.....	50
FIGURA 38. COSECHA CON TRILLADORA COMBINADA.....	50

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. SUP. SEMBRADA Y RENDIMIENTO DE SORGO PARA GRANO EN TON/HA.....	3
CUADRO 2. RENDIMIENTO DE AGUA PARA EL CULTIVO DEL SORGO.....	9
CUADRO 3. FUNCIÓN DE MACRONUTRIENTES	18
CUADRO 4. MOMENTO DE APLICACIÓN DE LOS MACRONUTRIENTES PRIMARIOS.....	18
CUADRO 5. PRINCIPALES FUENTES DE NITRÓGENO	19
CUADRO 6. PRINCIPALES FUENTES DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y POTASIO	19
CUADRO 7. DEMANDA DE NUTRIENTES POR HA EN SORGO PARA GRANO, PARA DISTINTOS NIVELES DE RENDIMIENTO EN GRANOS.	20
CUADRO 8. PRINCIPALES MALEZAS QUE ATACAN AL CULTIVO DE SORGO DE GRANO, PRODUCTO COMERCIAL, DOSIS POR HECTÁREA Y ÉPOCA DE APLICACIÓN	24
CUADRO 9. HERBICIDAS RECOMENDADOS PARA CONTROLAR MALEZAS EN EL CULTIVO DE SORGO PARA GRANO.....	25
CUADRO 10. INSECTICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DEL GUSANO COGOLLERO.....	29
CUADRO 11. INSECTICIDAS RECOMENDADOS PARA EL CONTROL DE LA MOSQUITA DE SORGO.....	31
CUADRO 12. INSECTICIDAS RECOMENDADOS PARA EL BARRENADOR DE TALLO	33
CUADRO 13. COMPARACIÓN ENTRE LOS ESTADOS EN CUANTO A RENDIMIENTOS Y SUPERFICIE SEMBRADA DE SORGO PARA GRANO EN TON/HA	41
CUADRO 14. SUPERFICIE SEMBRADA Y RENDIMIENTO POR HA EN LOS DISTINTOS DISTRITOS DE QUERÉTARO.	42

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de sorgo para grano (*Sorghum bicolor* L. Moench), se introdujo a México en 1944 y para 1958 adquirió gran importancia en la región norte de Tamaulipas donde se sembraron los primeros híbridos provenientes de los Estados Unidos de América, desplazando en ese entonces al cultivo del algodón, que se sembraba a gran escala, por lo cual se dice que es un cultivo relativamente nuevo en nuestro país, sin embargo dada su rusticidad y su amplio rango de adaptación, ha favorecido su desplazamiento hacia otros Estados de la República, ubicándose actualmente entre los cuatro cultivos de mayor relevancia e importancia a nivel nacional en cuanto a producción y superficie sembrada. (Rodríguez *et al.* 2006).

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) presenta buena adaptabilidad y rendimientos aceptables, por lo que se le ha denominado «el cereal del siglo XXI». A nivel mundial, a principio de los sesenta una gran producción de sorgo se empleaba directamente en la alimentación humana; mientras que en la actualidad la utilización de sorgo para el consumo animal se ha duplicado.

En México, el sorgo está considerado como un grano forrajero por excelencia, por su aportación al fomento y desarrollo de especies pecuarias proveedoras de alimentos básicos y de bajo precio relativo para la población, como las carnes de ave y cerdo. A su vez y de manera progresiva, la industria de alimentos balanceados se ha convertido en una actividad importante para la avicultura y la porcicultura.

También es considerado como uno de los principales cultivos de la llamada agricultura comercial, ya que en gran parte del país se produce con altos niveles tecnológicos. Su expansión en los últimos cuarenta años, se

Encuentra asociada al acelerado crecimiento de la actividad ganadera, factor que ha generado una extensa demanda para cubrir las necesidades de la industria de alimentos balanceados. También ha contribuido en su dinamismo, la diferencia entre los precios respecto al maíz, el rápido crecimiento en los rendimientos; así como, el uso generalizado de semillas mejoradas y fertilizantes en su proceso productivo.

El sorgo puede llegar a remplazar el maíz en cuanto superficie sembrada, cultivo nacional por excelencia, pero para aumentar la explotación de este cultivo en nuestro país hay que afrontar una lucha contra la cultura de un pueblo que durante muchos años la base de su alimentación ha sido el maíz con el cual el sorgo compite en cuanto a calidad de grano, rendimiento, costos, usos, etc. (Ostrowski, 1998; Salermo, 1998; Oramas *et al.*, 2002)

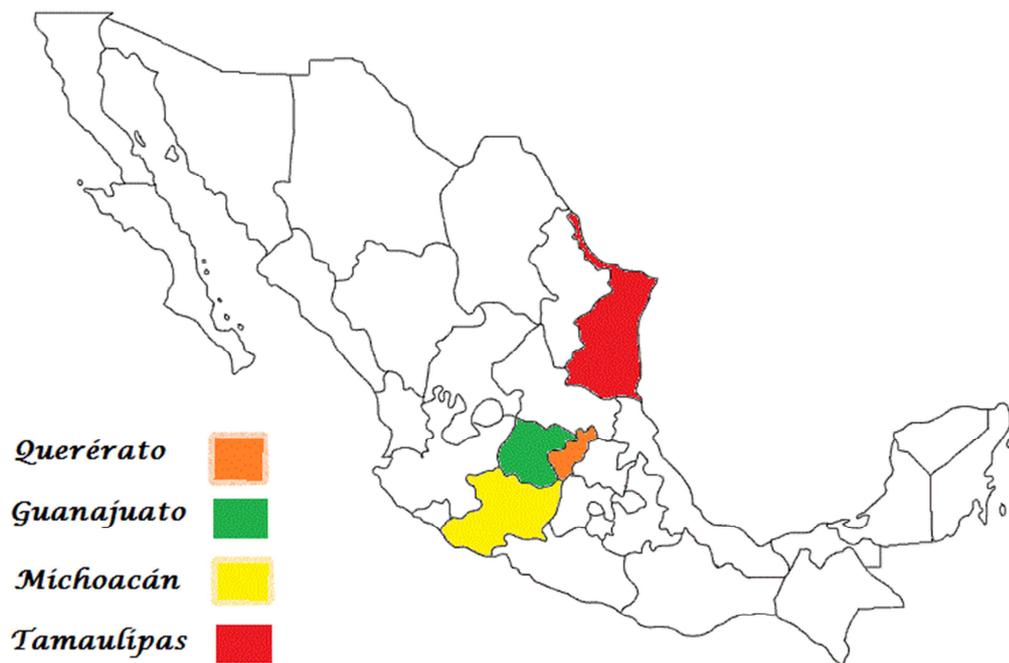


Figura 1. Mapa de regiones con mayor producción de sorgo para grano

Cuadro 1. Sup. Sembrada y Rendimiento de sorgo para grano en Ton/Ha

AÑO	Querétaro		Guanajuato		Michoacán		Tamaulipas	
	Sup. Sembrada	Rendimiento Ton/Ha	Sup. Sembrada	Rendimiento Ton/Ha	Sup. Sembrada	Rendimiento Ton/Ha	Sup. Sembrada	Ton/Ha
2001	9015.00	8.32	242282.00	6.67	154605.79	5.97	1148841.00	2.18
2002	6877.00	8.81	246743.50	6.39	137363.28	5.33	1050590.00	1.62
2003	7754.00	8.28	283968.00	6.64	136986.98	5.6	1035486.29	2.68
2004	7563.00	8.56	248505.00	6.66	231259.00	5	907135.99	3.37
2005	7254.00	8.84	227615.00	6.59	109659.20	4.04	864963.90	2.73
2006	6830.00	9.57	208844.86	5.88	113161.17	5.64	887222.00	2.5
2007	5582.00	8.37	219234.00	6.19	107410.50	4.82	899552.07	2.85
2008	6082.00	7.82	256236.31	6.48	108561.50	5.09	923340.38	2.75
2009	4068.00	8.1	260156.15	6.18	121271.00	465	940763.08	2.93
2010	5242.00	8.11	233572.73	6.13	119015.50	4.11	891169.20	3.49
2011	3648.50	7.58	260816.00	6.75	124112.00	4.86	915607.21	2.46
Promedio	6355.95	8.39	244361.23	6.41	133036.90	46.86	951333.74	2.68

<http://www.siap.gob.mx>

OBJETIVOS

- Recopilar las estadísticas actualizadas técnico económicas del cultivo de sorgo para grano a nivel nacional.
- Identificar las regiones del país con mayor producción de dicho cultivo.
- Describir el paquete tecnológico que presente los mejores resultados del cultivo de sorgo para grano.
- Describir el paquete tecnológico del lugar de mayor producción de dicho cultivo (sorgo para grano).

II. ORIGEN DEL SORGO PARA GRANO

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d. C. Las esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años a. C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central (Etiopía o Sudán), pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad. Esta disminuye hacia el norte de África y Asia. Sin embargo existen ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India.

El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio Occidental en barcos de esclavos procedentes de África.

Los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo para grano. Eran muy altos y, por lo tanto, susceptibles al vuelco y difíciles de cosechar. Además, maduraban muy tardíamente. El desarrollo posterior de tipos precoces; así como, de variedades resistentes a enfermedades e insectos, junto con el mejoramiento de otras prácticas de producción, estableció firmemente el sorgo para grano como un importante cultivo. (Ramoá; Sánchez, 1994).

III. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA

3.1 Principales Características Del Cultivo Del Sorgo Para Grano.

El cultivo del sorgo para grano es un cereal de la familia de las gramíneas, en nombre para esta especie es (*Sorghum bicolor* L. Moench). La planta tiene una altura de entre 1.40 a 1.60 metros, con un sistema radicular fibroso que alcanza unas profundidades de 0.90 a 1.20 metros. Tiene tres clases de raíces, laterales, adventicias y aéreas. Hay dos veces mas raíces de corona en sorgo que en maíz. La absorción radicular del sorgo es dos veces más eficiente que en maíz, aunque el área foliar es inferior. Por eso se dice que este cultivo tiene mayor tolerancia a la sequía que el maíz. La planta de sorgo crece lentamente, hasta que el sistema radical está bien desarrollado. Además el sorgo tiene buena capacidad de regulación de la transpiración, y puede retrasar su desarrollo frente a condiciones ambientales adversas. (Vallati, 1997). El tallo de esta planta también llamado caña, es compacto, a veces esponjoso, con nudos engrosados. Puede originar macollos (unidad estructural de la mayoría de las especies de gramíneas. Se forman a partir de las yemas auxiliares o secundarias del meristemo basal del eje principal), de maduración mas tardía que el tallo principal. La presencia de macollos es varietal y esta influenciada por la fertilidad, las condiciones hídricas y la densidad. (<http://www.infoagro.com>, 2007).



Figura 2. Tallo

3.2 Hojas.

Se desarrollan entre 7 y 24 hojas dependiendo de la variedad, alternas, opuestas, de forma linear lanceolada, la nervadura media es blanquecina o amarilla en los sorgos de medula seca y verde en los de medula jugosa. Tiene lígula en la mayoría de los casos. El borde de las hojas presenta dientes curvos, filosos y numerosas células motoras ubicadas cerca de la nervadura central del haz, facilitando el arrollamiento de la lámina durante periodos de sequía. (<http://www.infoagro.com>, 2007).



Figura 3. Hojas

3.3 Inflorescencia.

Presenta inflorescencias en panojas compactas, semicompactas o semilaxas, con espiguillas que nacen a pares, una fértil y la otra estéril. (<http://www.infoagro.com>, 2007).



Figura 4. Inflorescencia en panojas

3.4 Semilla.

Esféricas y oblongas de 3 mm, de color negro, rojizo y amarillento.



Figura 5. Semillas

3.5 Principales Variedades de Sorgo Para Grano.

- **Sorgo kafir** (*Sorghum bicolor* spp. *kafir*): variedad de sorgo originaria de África tropical y actualmente extendida por todo el mundo. Resulta una panoja compacta, con granos de color blanco y rojos; es un buen forrajero (hojas verde oscuro) y resistente a la sequia.
- **Sorgo milo** (*Sorghum bicolor* spp. *Milo*): variedad de sorgo originaria de África, importante por haber sido la base de muchas hibridaciones. Tiene hojas (8-10) de color verde oscuro y nervadura blanca. De panoja compacta, el grano es blanco, amarillento o marrón y tiene embrión grande.
- **Sorgo Advanta y sorgo Arcadia**: variedades comerciales muy resistentes a suelos salinos.
- **Sorgo Asgrow Ambar**: variedad transgénica de alto rendimiento comercializado por la multinacional Monsanto.
- **Sorgo BMR (Brown Mid Rib, nervadura marrón)**: variedad comercial de sorgo ganadero del que además se obtienen forrajes con bajo porcentaje de lignina y alta digestibilidad.
- **Sorgo VDH 422**: variedad comercial de sorgo híbrido con alto contenido de taninos ("anti-pájaros"), recomendado para silaje. Buen aporte de forraje sin perder rendimiento de grano.

- **Sorgo Charrua DP:** variedad comercial de sorgo híbrido con alto contenido de taninos para finalidades ganaderas, para silo de planta entera y pastoreo. Excelente rendimiento y “anti-pájaros”.
- **Sorgo Carhué:** variedad comercial de sorgo con alto contenido en taninos, granos de color rojo oscuro, resistente a enfermedades.

3.6 Principales Variedades de Híbridos de Sorgo Para Grano Sembradas en México.

- **DEKALB:** (DKS-46, DKS-44, DKS-43, DKS-74, DK-67® y BRS-70)
- **PIONEER:** (8133, 82G93, 82W21, 85G47, 85P20 y 85P36)
- **ASGROW:** (KILATE)
- **Unisem:** (Argos, Clypso y Nyx)

IV. REQUERIMIENTOS EDAFO-CLIMÁTICOS

4.1 Agua.

El sorgo tolera la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales, y crece bien bajo una amplia gama de condiciones en el suelo. Responde favorablemente a la irrigación, requiriendo un mínimo de 250 mm. Durante su ciclo, con un óptimo comprendido entre los 400 – 550 mm. (Naranjo. 2011).

Cuadro 2. Rendimiento de agua para el cultivo del sorgo

Requerimiento en el ciclo	mm/ciclo
Óptimo	400 – 550
Conveniente	350
Mínimo	250

Es fundamental que el suelo tenga una adecuada humedad en el momento de la siembra para lograr una emergencia rápida y homogénea y con ello una buena implantación del cultivo.

Las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de emergencia y continúan hasta el llenado de los granos, siendo las etapas más críticas las, de panojamiento y floración, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen mermas en los rendimientos.

El sorgo, además tiene la capacidad de permanecer latente durante un periodo de sequía y reemprender su crecimiento en periodos favorables, aunque estas situaciones de estrés modifican su comportamiento. (Naranjo. 2011).

4.2 Temperatura.

El sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto mas sensible a las bajas temperaturas que otros cultivos. Para la germinación necesita una temperatura de suelo no inferior a los 18 °C.

El crecimiento de la planta no es verdaderamente activo hasta que se sobrepasan los 15 °C, situándose el óptimo hacia los 32 °C.

Durante la floración requiere una mínima de 16 °C, pues debajo de este nivel se puede producir esterilidad de las espiguillas y reducir el rendimiento del grano. Por el contrario, resiste bien el calor, si el suelo es suficientemente fresco no se comprueba corrimiento de flores con los fuertes calores. (Naranjo. 2011).

4.3 Suelo.

El sorgo se desarrolla bien en terrenos alcalinos, sobre todo las variedades azucaradas que exigen la presencia en el suelo de carbonato y calcio, lo que aumenta el contenido de sacarosa en tallos y hojas.

Prefiere suelos profundos, sin exceso de sales, con buen drenaje, sin capas endurecidas, de buena fertilidad y un pH comprendido entre 6.2 y 7.8.

Es moderadamente tolerable a suelos con alguna salinidad y/o alcalinidad, siendo su comportamiento, ante esas condiciones mejor que la de otros cultivos como maní, soja y maíz. (<http://www.siap.gob.mx>. 2012).

4.4 Elevación.

El sorgo puede cultivarse desde 0 a 1000 msnm, sin embargo las mejores producciones se obtienen en zonas comprendidas de 0 a 500 msnm.

V. MATERIA VEGETAL

Las características deseables en la planta del sorgo son las siguientes:

- Tener una buena producción del sorgo aproximadamente entre las 8 y 10 Ton/Ha. de grano.
- Tallo fuerte.
- Uniformidad de altura.
- No presencia de macollos secundarios.
- Granos grandes y pesados, fáciles de trillar y de calidad alimenticia, ya sea para la alimentación humana o para la del ganado.
- Panoja erecta con pedúnculo fuerte y largo de aproximadamente 18 – 20 cm. Sobre la última hoja, que sea densa y abierta, en la maduración.

Además de todas las características anteriores, el sorgo es muy interesante por su resistencia a los pájaros, ya que provocan muchos daños, no solo porque lo comen, sino por lo que desgranar. (<http://www.infoagro.com>. 2007).

VI. PARTICULARIDADES DEL CULTIVO

6.1 Tecnología de la siembra.

En siembra del sorgo para grano se utilizan todos los tipos de labranza, desde la convencional hasta la labranza cero. Entre ambos extremos existen distintas labores y combinaciones, que adaptan a cada región en particular, según el tipo de suelo, clima y secuencia de cultivos realizados. (Anguil. 2007).

La siembra convencional.

En este sistema se realiza un barbecho o un subsuelo para descompactar la capa arable. Después se practican dos o tres pasos de rastra hasta desmenuzar los terrones y, por último, se marcan surcos al contorno de la pendiente.

La distancia entre surcos más recomendable es de 65 centímetros. Distancias menores de 60 centímetros requieren equipos especiales, mientras que mayores de 70 centímetros ocasionan grandes problemas de maleza en posemergencia. Esto último por la mayor filtración de luz solar entre los surcos. (Anguil. 2007).

Siembra con labranza reducida

- Se prepara el suelo con implementos que dejan en superficie la mayor cantidad posible de residuos.

- Las labores se realizan con cincel, complementadas con cultivador de campo o rastra de doble acción, (es un buen método para controlar la erosión).
- Se requieren sembradoras especialmente adaptadas a suelos con residuos en superficie. (Anguil. 2007).

Siembra directa en labranza cero

- No se realizan labores y el control de malezas se realiza con tratamientos químicos.
- Se requieren sembradoras para siembra directa, con doble disco abre surcos.

En este sistema de doble cultivo anual se presentará una mayor deficiencia de nitrógeno, por la falta de mineralización de los residuos, lo que implicaría mayor necesidad de fertilización. (Anguil. 2007).



Figura 6. Siembra directa o de labranza cero

6.2 Preparación Del Terreno.

6.2.1 Limpia del terreno.

Todos los cultivos exigen suelos bien preparados, para que al germinar y emerger las semillas lo hagan fácilmente a través de la capa de tierra que las cubre, la limpia del terreno es una de las primeras labores importantes debe

realizarse antes del barbecho, con desvaradora o con un paso de rastra con el propósito de desmenuzar la maleza, y residuos de cosecha anterior. (Escalante, Linzaga, Estrada. 2007).



Figura 7. Limpia de terreno

6.2.2 Barbecho.

Labor que consiste en cortar, voltear y pulverizar el suelo, incorporar residuos de cosechas anteriores, aflojar la capa arable permitiendo la aireación y penetración del agua al suelo, favorecer el desarrollo de las raíces de las plantas y facilitar las labores culturales, esta practica se realiza antes de la siembra, la profundidad del barbecho varia de acuerdo a la textura y profundidad del suelo, para los suelos ligeros y poco profundos, a una profundidad de 15 a 20 cm y de 20 a 30 cm en suelos profundos. (Escalante. Linzaga. Estrada. 2007).



Figura 8. Barbecho

6.2.3 Rastreo.

Esta actividad tiene como finalidad de reducir al mínimo los terrones formados durante el barbecho, favoreciendo así la germinación de las plantas, controla las malezas emergidas antes de la siembra, se recomienda dar uno o dos pasos de rastra dependiendo de la textura del suelo. (Escalante, Linzaga, Estrada. 2007).

6.2.4 Nivelación.

Labor importante que consiste en emparejar el terreno cuando son poco accidentados, con el fin de evitar encharcamientos, favoreciendo así el control de enfermedades y el no desarrollo de plantas raquílicas. (Escalante, Linzaga, Estrada. 2007).

6.2.5 Surcado.

Esta actividad consiste en abrir la tierra formando surcos o bordos, con determinada profundidad y distancia entre ellos, con ayuda de implementos agrícolas, donde son colocadas las semillas y distribuidas dependiendo del cultivo. (Escalante, Linzaga, Estrada. 2007).

6.2.6 Sembrado.

Antes de la siembra, el sorgo exige para la preparación del terreno una labor profunda y un par de pases del cultivador, que mantenga el terreno limpio de malas hiervas.

Como regla general, la siembra del sorgo debe comenzar de quince a treinta días después de lo que es usual en el maíz en cada región.

Para programar la siembra hay que tener presente el ciclo de la variedad, ya que es muy importante que durante el período comprendido entre prefloración y floración no coincida con un déficit hídrico o temperaturas extremas.

La densidad de siembra dependerá de la calidad de la semilla, tamaño y peso de la misma, sistema de siembra, ciclo del híbrido elegido, disponibilidad de riego y tipo de suelo.

La siembra puede ser realizada con diferentes modelos de sembradoras de trigo, regulando la separación de línea según se desee, o bien con sembradoras de maíz equipadas con tipos de discos adaptados al grano de sorgo.

Cualquiera que sea el sistema de siembra adoptado, se debe tener en cuenta que la semilla de sorgo es bastante pequeña y con menos reservas que otros cereales como soja o maíz, por lo que se debe colocar sobre suelo húmedo y en contacto directo con el mismo, para que tenga lugar una rápida germinación y emergencia de lo que depende en gran parte el éxito del cultivo.

Es esencial no enterrar excesivamente el grano, debiendo ser de unos 2 a 4 cm la profundidad, y procurando que ésta sea regular, consiguiendo una buena distribución en la hilera de siembra y por tanto una buena uniformidad del cultivo. Generalmente, con sorgos híbridos se necesitan $15 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de semilla. También se puede utilizar de 14 a 20 kg de semilla por hectárea (de acuerdo al

tamaño y volumen específico de la semilla), para tener una planta cada 5 a 6 cm. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 9. Sembrado

6.3 Fertilización.

La disponibilidad de nutrientes para el cultivo de distintos factores entre los que destacan el tipo de suelo, las rotaciones, el cultivo antecesor, los sistemas de labranza y las condiciones ambientales.

La fertilización es uno de los factores que mas inciden o limitan el rendimiento en el sorgo; las dosis se componen en la mayoría de los casos por Nitrógeno, ocasionalmente por Fósforo y esporádicamente por Potasio. Se requieren alrededor de 250 kilogramos de Nitrógeno, 50 – 80 de Fósforo y 180 de Potasio por Ha.

Las mejores condiciones para utilizarla es cuando el terreno cuenta con la humedad suficiente para que el fertilizante quede incorporado al suelo, para que la planta lo aproveche en su totalidad.

De acuerdo al tipo y los requerimientos nutrimentales de los suelos donde se va a sembrar el sorgo para grano, se pueden utilizar fertilizantes de formula completa a base de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) o los

fertilizantes simples (solos o en mezcla), que satisfagan las necesidades del cultivo.

Al abonar debe cuidarse que los fertilizantes no se coloquen en contacto con la semilla, especialmente los más solubles, para evitar daños a la plántula por fitotoxicidad. (Anguil. 2007).

Macronutrientes primarios:

El Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio

Cuadro 3. Función de macronutrientes

NUTRIENTES	FUNCIÓN
Nitrógeno (N)	Formación de clorofila, proteínas, vitaminas y fuentes de energía: buen desarrollo de sistema radicular.
Fósforo (P)	Crecimiento de la planta; desarrollo de raíces; rendimiento de granos
Potasio (K)	Crecimiento inicial de la planta; formación de hojas grandes; formación de tallos y sistemas radiculares fuertes.

Cuadro 4. Momento de aplicación de los macronutrientes primarios

NUTRIENTES	SOLUBILIDAD	MOMENTO IDEAL DE APLICACIÓN
Nitrógeno	Alta	Dosis baja: en siembra y hasta 5-6 hojas. Dosis alta: ½ en la siembra y ½ a las 5-6 hojas.
Fósforo	Baja	En siembra
Potasio	Baja	En siembra

Cuadro 5. Principales fuentes de Nitrógeno

Principales Fertilizantes nitrogenados		
Tipo	Fertilizante	Contenido de Nitrógeno
Sólidos	Urea	46%
	Nitrato de amonio	28 a 32%
	Fosfato diamónico	18%
	Fosfato monoamónico	11%
Líquidos	UAN	30%
Gaseosos	Amoniacó anhidro	82%

Cuadro 6. Principales fuentes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio

fertilizantes	Porcentaje en peso aproximado		
	Nitrógeno (N)	Fósforo (P₂O₅)	Potasio (K₂O)
Urea	46	0	0
Sulfato de amonio	21	0	0
Amoniacó anhidro	82	0	0
Fosfato monoamónico	11	52	0
Sulfato de potasio	0	0	50

Macronutrientes denominados secundarios:

El Calcio, Magnesio, Azufre, Boro, Molibdeno, Cloro, Cobre, Hierro y el Zinc

Cuadro 7. Demanda de nutrientes por Ha en sorgo para grano, para distintos niveles de rendimiento en granos.

Rendimiento	N	P	K	Ca	Mg	S
Kg/ha	(kg/ha)					
3,000	105	20	77	18	17	14
4,000	125	22	100	23	20	18
6,000	180	30	150	33	30	24
7,000	220	35	170	38	36	30
8,000	250	39	210	45	43	40
10,000	300	48	270	55	55	50

(Fontanetto, Keller. 2012)

6.4 Riegos.

Se sugiere aplicar de tres a cuatro riegos de auxilio, dependiendo de la necesidad del cultivo, por temperaturas, humedad ambiental, tipo de suelo y ciclo vegetativo del híbrido.

Cuando la siembra se realiza en seco, se aplica el riego de nacencia y de dos a tres riegos de auxilio. Los riegos de asiento se utilizan en dos tipos de terreno los cuales son



Figura 10. Riego de asiento en terreno de barrial, para siembra en primavera-verano



Figura 11. Riego de asiento en el suelo de aluvión para siembra en primavera-verano

Los riegos se auxilio de deben aplicar en los periodos críticos de la planta para que no sufra deficiencias por humedad.

Primer riego de auxilio:

Se aplica en amacollamiento (a los 25 ó 35 días que emerge la planta).

Segundo riego de auxilio:

En embuche (a los 55 ó 65 días que emerge la planta).

Tercer riego de auxilio:

En floración (a los 75 ó 90 días que emerge la planta).

Cuarto riego de auxilio:

En estado lechoso-masoso (a los 90 ó 110 días que emerge la planta).
(Moreno. 2007).

6.5 Malezas.

Son las plantas no deseadas que crecen en un cultivo las cuales compiten con este por; la luz, agua y nutrientes, y si no son controladas oportuna y eficientemente reducen significativamente su rendimiento y la cantidad de grano cosechado. (Bridges. 1995)

Competencia de luz:

La competencia por luz es el factor más crítico que afecta la sobrevivencia de las plantas. Cuando una planta sombrea a otra, la planta sombreada no cuenta con la energía necesaria para la producción de carbohidratos y la transpiración. Esto resulta en una reducción del crecimiento tanto de la parte aérea como de las raíces. (Graham. 1988).

Competencia por agua.

La competencia por agua es otro de los factores básicos en el desarrollo de la maleza y los cultivos. (Shipley, Wiese. 1969).

El manejo integrado de malezas implica no solo depender de las medidas de control de maleza existente, sino prevenir la producción de nuevos propágulos, reducir la emergencia de la maleza en los cultivos y maximizar la competencia del cultivo hacia la maleza. (Dieleman, Mortensen. 1997).

Las malezas más comunes en el sorgo granífero son el zacate Johnson y la correhuela, son las malezas que más daño causan al cultivo del sorgo y las que hacen que su rendimiento productivo se reduzca.



Figura 12. Sorgo con Zacate Johnson



Figura 13. Zacate Johnson y Correhuella

Cuadro 8. Principales Malezas que Atacan al Cultivo de Sorgo de Grano, Producto Comercial, Dosis por Hectárea y Época de Aplicación

Nombre Común	Nombre Científico	Ciclo	Familia
Zacate Johnson	<i>Sorghum halepense</i>	Perenne	Gramíneae
Malva	<i>Malva</i> spp.	Bianual	Malvaceae
Verdolaga	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Anual	Portulacaceae
Bledo	<i>Amaranthus</i> spp.	Anual	Amaranthaceae
Correhuella	<i>Convolvulus arvensis</i>	Perenne	Convolvaceae
Coquillo	<i>Cyperus</i> spp.	Perenne	Cyperaceae
Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Anual	Euforbiaceae

Cuadro 9. Herbicidas Recomendados Para Controlar Malezas En El Cultivo De Sorgo Para Grano

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Dosis Por Hectárea	Época De Aplicación	Maleza Que Controla
Bamvel 12-24	Dicamba+2,4-D	1 litro	Cuando la maleza tenga 10 cm de altura. Aplicar en posemergencia.	Hoja ancha
Peak	Prosulfuron	De 30 a 40 gramos	Cuando la maleza posea una altura menor a 10 cm. Emplear en Posemergencia.	Hoja ancha
Faena Fuerte	Glifosato	De 2 a 3 Litros	Uso en premergencia del cultivo.	Hoja ancha y angosta
Gramoxone	Paraquat	De 2 a 3 Litros	Empleo en preemergencia Del cultivo.	Hoja ancha y angosta
Gesaprim Combi	Atrazina+ Terbutrina	De 4 a 5 Litros	Aplicación en preemergencia al cultivo y maleza.	Hoja ancha y angosta
Tordon 472	Picloram	De 1 a 1.5 litros	Uso en posemergencia, cuando el sorgo tenga de dos a ocho hojas.	Hoja ancha
Basta, Fínale	Glufosinato de Amonio	2.4 litros	Presiembra 21-22 días después de la siembra.	Bledo, mozote verdolaga, caminadora, bermuda, coyolillo, zacate Johnson.

6.6 Plagas.

Las plagas son uno de los factores que causan daño desde la siembra hasta su uso final en cualquier cultivo. El cultivo del sorgo no es la excepción con respecto a las plagas. (Aguirre. 1984).

6.6.1 Plagas de suelo.

- Gusano de alambre, (*melanotus sp. Agriotes sp. Dalopius sp.*).
- Gusano blancos, (*Anoxia villosa*).
- Gusanos grises, (*Agrotis segetum*).
- Guanos cortadores (varias especies).

El gusano blanco y gusano de alambre:

Son de frecuente aparición; los primeros especialmente cuando el lote viene de pradera. Los gusanos alambre suelen abundar en lotes provenientes de agricultura. Estos gusanos se controlan mejor aplicando insecticidas al suelo que curando la semilla. (Aguirre. 1984).

Gusano gris:

Estas larvas comen por la noche y durante el día permanecen enterradas en el suelo y enroscadas. (Larvas grandes, de 4 centímetros).

Las mariposas ponen 1,500 huevos en la planta o en el suelo. Las larvas que salen son grises oscuras. El daño es que atacan el cuello de las plantas (la base de los tallos) y aparecen tronchadas. (Aguirre. 1984).

Los gusanos cortadores:

Son larvas de distintas especies de mariposas. Se caracterizan por cortar las plantas a ras del suelo durante la noche, ya que durante el día

permanecen ocultas entre los restos vegetales o bien, enterradas. (Aguirre. 1984).



Figura 14. Gusano de Alambre, Gusano Blanco y Gusano Gris



Figura 15. Gusano cortador

Estos insectos cumplen una fase de su ciclo en el suelo y producen daños en la semilla durante los estadios de germinación y plántula. Pueden convertirse en factores limitantes para el crecimiento inicial e implantación del cultivo. (<http://www.agrobit.com.ar>. Cargill. 2006).

6.6.1.1 Medios de lucha contra los insectos del suelo.

Labrar bien los campos de 5 a 6 semanas antes de la siembra, manteniéndolos limpios de malas hierbas.

- Cuidar de que el sorgo se conserve sin malas hierbas hasta que esté bien desarrollado.
- Curar las semillas con insecticidas específicos.
- Utilizar con la sembradora, en el momento de la siembra algún insecticida de suelo.
- Utilizar el Furadan (control químico) aplicándolo por medio del riego. Aproximadamente 30 días antes de la cosecha.

6.7 Plagas del cultivo.

El sorgo, como otros cultivos, es atacado durante su crecimiento y desarrollo por insectos y otras plagas secundarias y ocasionales.

El control de los insectos debe realizarse mediante un manejo integrado de plagas, que comprende el uso de insecticidas, cultivos resistentes, métodos culturales (fecha de siembra, rotaciones, manejo de residuos de cosecha, etc.), control biológico (parásitos y predadores), y la verificación de poblaciones de plagas y daño causado. Estos medios no son excluyentes entre sí, sino que se complementan. (<http://www.infoagro.com>. 2007).

6.7.1 Principales plagas del cultivo.

Gusano de la mazorca (*Heliothis* sp.):

Es un lepidóptero que ataca a numerosas plantas. A veces se confunden los ataques de *Heliothis* con los de gardama; pero como los medios de lucha de esta última son los mismos que para el *Heliothis*, su distinción no tiene importancia práctica. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 16. Gusano de la mazorca (*Heliothis* sp.)

Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*):

Se alimenta de las partes tiernas de las hojas. Daña la panícula antes de que emerja, y después de la emergencia de ésta se alimenta del grano en desarrollo. Puede actuar como cortador y barrenador. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 17. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Cuadro 10. Insecticidas Recomendados Para El Control Del Gusano Cogollero

Insecticidas (en orden alfabético)	Dosis por hectárea
Acefato (Orthene)	0,50-1,00 Kilogramos
Carbarito (Cebicid, Servín) (85% PM)	1,50-2,50 Kilogramos
Clorpirifos (Belmark) (300 g/litro)	0,50-1,00 litros
Fenvalerato (Belmark) (300 g/litro)	0,25-0,50 litros
Metomilo (Lannate, Nudrín)	1,00-2,00 litros
Permetrina (Ambush) (500 g/litro)	0,15-0,25 litros

Gusano soldado (*Spodoptera exigua*):

La palomilla de este insecto pone sus huevos en las hojas en grupos, son de color blanco amarillento y cubiertos de pelusa. Las larvas recién salidas raspan la superficie de las hojas, luego se alimentan de los márgenes de las hojas, avanzando hacia el centro de ésta dejando solamente la nervadura central. Puede alimentarse del grano en maduración. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 18. Gusano soldado (*Spodoptera exigua*) y daño

Mosquita de la panoja (*Contarinia sorghicola*):

Ataca durante la floración, causando pérdidas cercanas al 100 % si no se controla oportunamente. La mosquilla es de color anaranjado, esta mosca pone los huevos en las flores, y sus larvas se alimentan del grano en formación, impidiendo su desarrollo y causando la pérdida de éste.

Las mosquita tiene un ciclo de vida de 16 días; todas sus etapas transcurren de manera oculta dentro de las flores de sorgo, a excepción del estado adulto, que es cuando se la visualiza, debiéndose efectuar el control químico.

Se recomienda iniciarlo cuando un 20 a 30% de las panojas esta en floración y se observa una mosquilla por panoja. A veces es necesario efectuar tratamientos adicionales, si aun el cultivo esta en floración y se observan mosquitas sobre la panoja. (<http://www.dekalb.com.mx>. 2007).



Figura 19. Mosquita de panoja (*Contarinia sorghicola*) y daño

Cuadro 11. Insecticidas recomendados para el control de la mosquita de sorgo

Insecticidas	Dosis Por Hectárea
Carbarilo (Cebicid, Servín) (85% PM)	2.00-3.00 litros
Clorpirifos (Lorsban) (480 g/litro)	0.40-0.75 litros
Fenvalerato (Belmark) (300 g/litro)	0.25-0.25 litros
Metomilo (Lannate, Nudrín) (25%)	0.75-1.00 litros
Permetrina (Ambush) (500 g/litro)	0.10-0.30 litros

Pulgones:

Son varias las especies de pulgones que afectan al sorgo. El que más daño produce en el cultivo es el pulgón verde de los cereales. Succionan la savia de la planta, introducen toxinas que pueden transmitir virus. Son vectores de enfermedades. Se alimentan en el envés de la hoja y producen una secreción dulce o mielecillas.

Si su ataque tiene lugar poco después de la siembra puede llegar a producir graves daños por muerte de las plántulas, ya que succionan la savia de la planta, introducen toxinas que puedan transmitir virus, sin embargo los ataques más frecuentes se observan en época cercana a floración o estado de grano lechoso, afectando su llenado y debilitando la caña con la consiguiente pérdida de peso y predisposición al vuelco de la planta. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 20. Pulgón verde y café

Barrenador del tallo (*Diatraea* sp., *Elasmopalpus lignosellus*)

Es una plaga que puede ocasionar importantes pérdidas, principalmente en siembras tardías. Las mariposas ponen los huevos en el envés de las hojas y las larvas se alimentan primero del tejido de las hojas, perforan luego los tallos introduciéndose en su interior y haciendo galerías. Como consecuencia las plantas se quiebran antes o durante la cosecha. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 21. Barrenador del tallo (*Diatraea* sp., *Elasmopalpus lignosellus*) y daño

Cuadro 12. Insecticidas Recomendados Para El Barrenador De Tallo

Principio activo	Dosis en producción comercial (gr/Ha)
Endosulfán 35%	2300
Triclorfón 40%	2500
Carbofuran GR 10%	10000
Deltametrina EC 5	250
Lambdcialotrina EC 8.33%	200
Cs 25%	66
Beta ciflutrina EC 5%	200
Cipermetrina EC 25%	250
Beta Cipermetrina EC 10%	250

Gusano telarañero (Nolla sorghiella):

El adulto es una pequeña mariposa de color blanco, es activo de noche, cada gusano deposita alrededor de 100 huevos. Las larvas son de color pardo amarillento o verdoso, con cuatro bandas entre rojizo y negro, su cuerpo esta cubierto por espinas y pelos. Las larvas jóvenes se suspenden de la planta por medio de una fina hebra sedosa al ser perturbadas. Se alimentan de las partes florales en desarrollo, produce huecos circulares en los granos, y posteriormente son consumidos.



Figura 22. Gusano telarañero (Nolla sorghiella)

Para su control se recomienda el uso de variedades mejoradas y las siembras tempranas. Aplicaciones de Clorpirifos o Piretroides, 1 L/Ha al inicio de la floración o formación de la panícula. Si las poblaciones son altas deberá repetirse la aplicación. (CENTA. 1995).

6.8 Enfermedades.

Ergot o Enfermedad Azucarada

Esta enfermedad es causada por un hongo, se ha encontrado a nivel mundial en lotes de producción de semilla principalmente. Es una enfermedad que ataca plantas estériles comúnmente llamadas hembras, se puede presentar en sorgo para grano si el polen esta estéril o ausente.

Los síntomas de esta enfermedad inicial en los ovarios antes de la etapa de fecundación de las flores, después se presentan en algodoncillo blanco superficial en la base del ovario y crece hasta convertirse en una masa blanca, incrustada entre las glumas de la panoja. Posteriormente aparecen gotas de miel que se alargan llegando a cubrir grandes partes de la panoja.

Una vez infectado el ovario, la planta ya no puede producir grano, porque el hongo ocupa el lugar del polen. El periodo crítico de la infección es la durante la floración.

Las medidas para controlar esta enfermedad puede ser varias las cuales pueden ser:

- Sembrar semilla producida en áreas libres de Ergot.
- Sembrar en fechas de siembra que permitan que durante periodos críticos donde pueda esterilizarse el polen y favorezca al hongo, las plantas escapen al afecto de las condiciones ambientales.
- Remover hospederos como zacate Johnson y eliminar plantas infectadas.
- La semilla se puede desinfectar con Tiram, utilizando 100 gramos por 45 kilogramos de semilla. También se puede utilizar Captán duplicando la dosis sugerida. (Cortés. 1998).



Figura 23. Ergot y su Daño

Roya del sorgo (*Puccinia sorghi*):

Es una de las principales enfermedades con mayor incidencia y severidad que se presenta en el cultivo del sorgo. Los sorgos mejorados son afectados con menor incidencia, ya que se les ha incorporado resistencia a través de los programas de mejoramiento.

Esta enfermedad aparece cuando inicia la maduración del grano hasta las últimas etapas del cultivo de sorgo, incrementando la severidad del daño en variedades susceptibles, volviendo inservible el follaje para la alimentación del ganado. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 24. Roya del sorgo (*Puccinia sorghi*)

Mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi*):

Es una enfermedad que inicia su daño en plantas jóvenes alrededor de los 45 días de edad hasta los 80 días, que es cuando desaparece. Si la planta es susceptible puede dañar completamente la lámina foliar, afectando la fotosíntesis. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 25. Mancha zonada de la hoja (*Gloeocercospora sorghi*)

Carbón:

La enfermedad se manifiesta por la aparición de grandes tumores, en los que se observa como la epidermis de la parte afectada encierra polvo negro, que son las clamidosporas.

Las esporas acompañan a la semilla desde su germinación, penetra a través del embrión y permanece como micelio en el tallo hasta infectar y manifestarse en toda la panoja. Se produce una segunda infección, cuando esporas de panojas enfermas, infectan a las sanas. Las plantas tienen un crecimiento más lento, los tallos son más frágiles y las panojas emergen antes que en las plantas sanas. El daño está limitado enteramente a las panojas, reduciendo el rendimiento y el valor como forraje. (<http://www.infoagro.com>. 2007).

Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi*):

Esta enfermedad aparece en el sorgo en la etapa intermedia del ciclo vegetativo del cultivo, aproximadamente a los 60-70 días después de siembra. Cuando las variedades son muy susceptibles el hongo daña completamente el follaje, causando muerte de las hojas viejas, que es donde inicia. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 26. Mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi*)

Antracnosis y/o pudrición roja (*Colletotrichum graminicola*):

Aparece en el sorgo en la etapa final de su ciclo vegetativo, aproximadamente a los 80-90 días después de siembra. Se caracteriza por la presencia de manchas de diferentes colores que pueden afectar a las hojas, los

frutos, los vástagos o las yemas, esta mancha generalmente va creciendo y producen la defoliación de las de la planta y la muerte o la sequia de los frutos afectados. Otras veces la parte manchada se desprende de la hoja y deja agujeros pedazos vacíos en la misma. (<http://www.infoagro.com>. 2007).



Figura 27. Antracnosis y/o pudrición roja (*Colletotrichum graminícola*)

6.9 Cosecha.

Aproximadamente a los 30 días después de la floración, el grano de sorgo alcanza su madurez fisiológica, parándose el movimiento de nutrientes y agua desde la planta al grano. En este estado el grano tiene aproximadamente entre el 30 y 35 % de humedad, esta humedad va descendiendo durante los 25-30 días siguientes, hasta llegar a un 20-23 %, nivel que permite el inicio de la recolección o cosecha.



Figura 28. Maduración del Sorgo

Cuando el grano se quiere almacenar se requiere bajar el nivel de humedad hasta el 14% y en el caso de un almacenaje de larga duración, la humedad del grano no debe pasar del 12%. (<http://www.infoagro.com>. 2007)

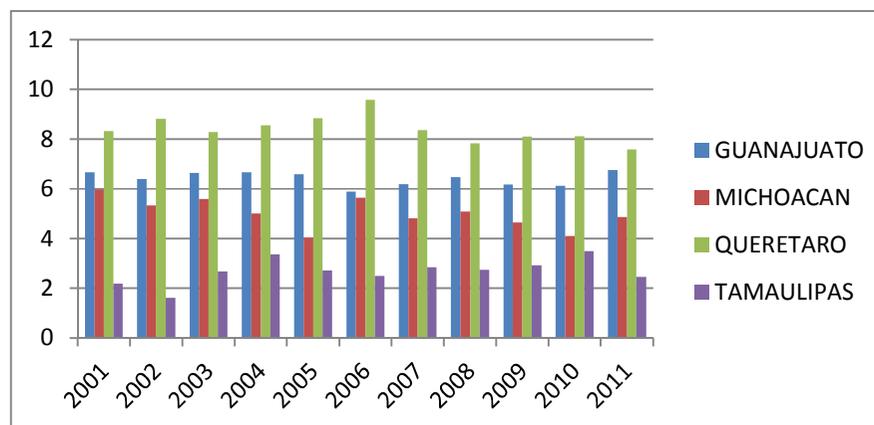


Figura 29. Cosecha

Cuadro 13. Comparación entre los estados en cuanto a rendimientos y superficie sembrada de sorgo para grano en Ton/Ha

ESTADO	Comparación entre los estados en cuanto a rendimientos y superficie sembrada de sorgo para grano en Ton/Ha										
AÑO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Querétaro	8.32	8.81	8.28	8.56	8.84	9.57	8.37	7.82	8.1	8.11	7.58
Guanajuato	6.67	6.39	6.64	6.66	6.59	5.88	6.19	6.48	6.18	6.13	6.75
Michoacán	5.97	5.33	5.6	5	4.04	5.64	4.82	5.09	4.65	4.11	4.86
*Tamaulipas	2.18	1.62	2.68	3.37	2.73	2.50	2.85	2.75	2.93	3.49	2.46

* Aunque Tamaulipas no presenta altos rendimientos en Ton/Ha es el estado con mas superficie sembrada.



Grafica de Comparación de los estados en cuanto a rendimientos y superficie sembrada de sorgo para grano en Ton/Ha.

VII. ESTADO CON MAYOR RENDIMIENTO DE SORGO PARA GRANO EN TON/HA EN MÉXICO

De acuerdo a los datos existentes en SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) resulta que el estado con mayor rendimiento por hectárea de sorgo granífero es Querétaro, con una producción promedio de entre 8-10 Ton/Ha. en el periodo 2001-2011. <http://www.siap.gob.mx>

Cuadro 14. Superficie Sembrada Y Rendimiento Por Ha En Los Distintos Distritos De Querétaro.

AÑO	San Juan del Rio		Cadereyta		Querétaro	
	Sup. Sembrada Ha	Ton/Ha	Sup. Sembrada Ha	Ton/Ha	Sup. Sembrada Ha	Ton/Ha
2001	7102	8.38	907	9.66	801	7.48
2002	5145	8.99	634	9.95	676	7.29
2003	5986	8.47	693	10.56	744	6.71
2004	6039	8.85	705	9.42	587	7.18
2005	6037	9.04	585	9.83	432	7.74
2006	5663	9.97	585	10.02	372	6.94
2007	4307	8.81	586	8.91	444	6.7
2008	4975	7.86	565	10.32	294	6.74
2009	2957	8.6	565	9.62	246	5.48
2010	3985	8.47	573	10.53	390	5.75
2011	2145	8.69	565	9.94	670.5	4.61
Promedio	4940.090909	8.73909091	633	9.88727273	514.2272727	58.3518182

<http://www.siap.gob.mx>

7.1 Localización.

El estado de Querétaro se ubica al Norte 21° 40', al Sur 20° 01' de latitud Norte; al Este 99° 03', al Oeste 100° 36' de longitud Oeste" (1). Lo que lo sitúa en la zona tropical del planeta y en el uso horario correspondiente a la hora del Centro del país, distante 7 horas del meridiano de Greenwich y 17 horas de la Línea Internacional del Tiempo. (La sombra de Arteaga. 2008).



Figura 30. Localización de lugar de mayor rendimiento

7.2 Características Edafo-climáticas del Estado de Querétaro.

7.2.1 Clima.

En el estado se distinguen tres áreas climáticas bien definidas: la porción Sur que comprende parte de la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico, donde los climas son templados. La región Centro abarca áreas del Eje Neovolcánico, la Sierra Madre Oriental y la Mesa del Centro. Aquí los climas son semisecos, con variaciones de cálidos a templados y la zona Norte que corresponde a una porción de la Sierra Madre Oriental, con climas de cálidos a templados. (INEGI. 1998).

Climas templados subhúmedos del Sur:

Estos climas son de temperatura estable, con régimen térmico medio anual de 12°C a 18°C y con precipitaciones mas abundantes en verano; contando con un periodo de sequia interestival. Debido a que el grado de humedad se incrementa hacia el Sur, pueden distinguirse tres tipos de estos climas.

Se distribuyen en la región austral del estado, en parte de los municipios de Amealco, Huimilpan, Pedro Escobedo, San Juan del Río y Corregidora, en zonas amplias, levemente onduladas e interrumpidas por una serie de montañas de más de 2 000 metros de altitud. (INEGI. 1998).

Climas secos y semisecos del centro:

Se manifiesta en la porción central del estado, en los municipios de Querétaro, Corregidora, El Marqués, Peñamiller, Ezequiel Montes, Cadereyta, San Juan del Río, Tolimán y Tequisquiapan, sobre terrenos de relieve levemente ondulado a plano y con altitudes menores a los 2 000 msnm, rodeados por sierras, mesetas y lomeríos del Eje Neovolcánico y de la Sierra Madre, que impiden el paso de los vientos húmedos del Golfo de México y de la Mesa Central, la cual retiene la humedad de los vientos que viajan de Norte a Sur.

La disposición de este territorio origina un índice de precipitación baja en la zona provoca una oscilación térmica de 7°C a 14°C que determina el carácter extremo de estos climas, a excepción de los sémicos templados que forman una ancha franja de Este a Oeste. (INEGI. 1998).

Climas cálidos y semicálidos del Norte:

Estos climas prevalecen en la región de la Sierra Madre Oriental, en donde existen notables variaciones de altitud; las que provocan, con otros factores, la presencia de fenómenos meteorológicos complejos y una variación de temperaturas de cálido a frío, de Norte a Sur.

En las áreas bajas de esta región las temperaturas promedio oscilan de 18°C a 28°C y la precipitación media anual alcanza los 850 mm. En otras áreas de esta región, las temperaturas anuales varían de 14°C a 20°C y las precipitaciones pueden llegar hasta 1270 mm. (INEGI. 1998).

7.3 Características del Suelo.

Como resultado de la estructura orográfica, los tipos de clima y la vegetación, en el estado existen 4 tipos de suelos: los que se presentan en los Valles de San Juan de Río, Querétaro, Pedro Escobedo, Corregidora y El Marqués son denominados negros o chernozem, que se han formado con

materiales de origen residual y coluvial, y contienen abundante materia orgánica. Son profundos, de 3 a 6 m; se dan en terrenos planos o con poca pendiente y son de fertilidad adecuada para la producción agrícola intensiva; con climas templados y lluvias o humedad regular.

En la parte central del estado se cuenta con suelos castaños o chestnut con regosoles y feozems, de capas delgadas de 50 cm de profundidad, de bajo contenido de materia orgánica, limitados por un sustrato calizo, rocoso o por tepetate, con climas secos y baja o mínima precipitación pluvial.

En la región de Jalpan, al Norte de la entidad y en Amealco, al extremo Sur, los suelos se han derivado de rocas sedimentarias fundamentalmente calizas. Los tipos de suelo se denominan suelos complejos de montaña o litosoles cuando se encuentran en pendientes mayores de 35° y denominados feozem y vertisol, de fertilidad baja a mediana. En menores pendientes dominan los suelos café forestalpozólicos, con razonable cantidad de materia orgánica y subsisten en lugares con clima de templado a frío con lluvias abundantes. También en esta región, concretamente en el municipio de Ixta de Matamoros, se localiza el tipo de suelo llamado rendzina con luvisoles y cambisoles; son someros, de textura fina y subyaen a una capa calcárea de roca o tepetate, localizándose en laderas y climas cálidos con abundantes lluvias. (INEGI. 1998).

VII. PAQUETE TECNOLÓGICO DE LA PRODUCCIÓN DE SORGO PARA GRANO EN EL ESTADO DE QUERÉTARO

8.1 Tecnología de Siembra.

Usualmente se usan dos tipos de labranza las cuales son:

Labranza convencional:

- Barbecho.
- Dos pasos de rastra
- Nivelación
- Surcado
- Siembra

Labranza de conservación:

- Desmenuzamiento o desvarado de pata de trigo o cebada
- Escardar a los surcos antes de la siembra
- siembra

8.2 Híbrido de Semilla Sembrada y Cantidad Sembrada en Labranza Convencional.

- Pioneer 82G93 (rojo), 82W21 (blanco) ambos de ciclo intermedio sembrando una cantidad de 16 kg/Ha.). (Martínez. 2013).

8.3 Híbrido de Semilla Sembrada y Cantidad Sembrada en Labranza de Conservación.

- Pioneer 82G93 (rojo), 82W21 (blanco) ambos de ciclo intermedio sembrando una cantidad de 18 kg/Ha. (Martínez. 2013).

8.4 Riego.

Los riegos siempre varían dependiendo de la precipitación y la disponibilidad del agua para riego. Pero normalmente son de dos a cuatro, el primer riego es de nacencia y los demás son de auxilio. El medio por el cual se aplica el riego es por gravedad (tubería de compuerta). (Martínez. 2013).

8.5 Fertilización.

Normalmente se hace utilizando 200 kg de DAP (Fosfato Diamónico) + 300 kg de Sulfato de amonio en la siembra y 400 kg de fosfonitrato en la reabonada. (Martínez. 2013).

8.6 Malezas y Como se Combaten.

Las más comunes son de hoja ancha y angosta y su aplicación inicia en postemergencia temprana, lo mas común es aplicar por hectárea: 200 gr de Buffex + 1 kg de atrazina + 1.5 lt. de gasaprin combi + 500 ml de 2,4-D amina + 100 ml de gesagart + 250 ml de inex-a.

Posteriormente se da un cultivo o se aplica secante dirigido a razón de dos litros de gramoxil por hectárea. Si fuese necesario en caso en escape de maleza, se da un deshierbe manual, aunque no es muy necesario. (Martínez. 2013).

8.7 Herbicidas.

Los herbicidas antes mencionados normalmente se aplican con tractor cuando el terreno lo permite, la aplicación de secante se hace manualmente. (Martínez. 2013).



Figura 31. Aplicación de herbicidas

8.8 Labores culturales.

- Cultivo para eliminar la maleza
- Fertilización
- Deshierbe
- Riego
- Control de plagas.

8.9 Plagas.

- **Gallina ciega:** aplicación de insecticida granulado al momento de la siembra. (Martínez. 2013).



Figura 32. Gallina ciega

- **Gusano trozador y gusano cogollero:** recomendado que en la medida de lo posible que el terreno tenga buena humedad, esto disminuye el ataque en la primera etapa. Se controla con la aplicación de Cipermetrina o Permetrina (500 ml/Ha), Clorpirifos etil (1 lt/Ha), Spinoteram (100 mm/Ha). (Martínez. 2013).



Figura 33. Gusano cortador y gusano cogollero

- **Trips:** aplicación de Ometoato (500 ml/Ha), Dimetoato (1 lt/Ha), Engeo (200 ml/Ha), Spinoteram (75 ml/Ha). (Martínez. 2013).



Figura 34. Plaga de Trips en panoja de sorgo

- **Chinche café y mosquita midge:** aplicación de Parathion en polvo al 3% a 20 kg/Ha. (Martínez. 2013).



Figura 35. Chinche café y moquita midge

8.10 Enfermedades.

- **Royas y Ergot:** solo se llega aplicar azufre perfecto en polvo, aunque el daño normalmente no es significativo, por los tanto el control a veces no se hace. (Martínez. 2013).



Figura 36. Enfermedad de Royas y Ergot

8.11 Cosecha.

Para determinar que el grano ya esta listo para la cosecha se hace una muestra para determinar el porcentaje de humedad del grano ya que este tiene que estar por debajo del 14 %. La cosecha se hace mecánica con una trilladora combinada. (Martínez. 2013).



Figura 37. Cosecha con trilladora combinada

8.12 Rendimiento.

El rendimiento normalmente en el estado de Querétaro ha sido aproximadamente de 10 a 14 Ton/Ha. Puesto que es el estado con mayor rendimiento en el país. Ha variado conforme pasan los años ya que las condiciones del clima no han sido las mismas en los últimos 5 años. Esto ha delimitado tanto la producción como el rendimiento de dicho cultivo. (Martínez. 2013)

IX. CONCLUSION

Todos los resultados que se obtuvieron de esta investigación servirán como una fuente de información estadística y/o como un artículo mas actualizado referente al sorgo para grano en la región potencialmente productora de dicho cultivo. Al hacer la comparación de la información recopilada y del paquete tecnológico del estado con mayor rendimiento por Ha, se dio a conocer que la información no varia mucho. Conforme lo que pudimos obtener de esta información es que al conocer mejor este cultivo podemos tener un mejores resultados siempre y cuando demos el tratamiento indicado al cultivo para obtenerlos resultados requeridos. Y así también para que los productores tengan información mas concurrente para no tener perdidas es sus cosechas y estar preparados para cualquier perturbación en su cultivo.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Bridges, D. C. 1995. Weed interference and weed ecology. pp: 417-422. In: Herbicide Action Course. Purdue University. West Lafayette, Indiana.
- Dieleman, J. A. and Mortensen D. A. 1997. Influence of weed biology and ecology on.
- Cortes R. C. J., 1998. El Ergot una enfermedad de suma importancia en el sorgo.
- Graham, P. L., J. L. Steiner, and A. F. Wiese. 1988. Light absorption and competition in mixed sorghum - pigweed communities. *Agron. J.* 80:415-418.
- Abel R. H., Ángel S. M. A1994. Cultivo de sorgo granífero.
- INEGI. 1998. Anuario Estadístico del Estado de Querétaro.
- Vallati A. 1997. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Sorgo (SIAP).
- Martínez B. A. 2013. Encuestado para el paquete tecnológico del sorgo para grano en el estado de Querétaro México.
- Aguirre J. M. 1984. Cultivo se sorgo y sus principales plagas de importancia económica en México; pag 1.
- Ostrowski. B. 1998. Sistemas intensivos en invierno. *Mundo Lácteo.* 4 (44):148.
- Oramas, G. 2002. Obtención de variedades de sorgo (*Sorghum bicolor*) de doble propósito a través del método de selección progenie por surco. *Agrotecnia de Cuba.* 28 (1):39.
- Escalante E. L., Linzaga E C. y Escalante Y. I. 2007. Revista Alternativa. Volumen 4, número 12, Preparación Del Suelo Para Cultivo De Plantas En Campo, pag. 12.

Rodríguez, A. N. 2006. Agricultura Urbana: Una expresión de la agricultura agraria cubana. En: Las Investigaciones agropecuarias en Cuba cien años después. Editorial Científico-Técnica. La Habana, Cuba. p. 115.

Salermo, J.C. 1998. Forrajeras en su máximo esplendor. *Mundo Lácteo*. 4 (40):46.

Shiple, J. L., and A. F. Wiese. 1969. Economics of weed control in sorghum and wheat. Texas Agric. Exp. Stn. MP-909.

Publicado en el periódico oficial del gobierno del estado "la sombra de Arteaga", 2008. Versión abreviada del plan municipal de desarrollo urbano Cadereyta de montes, Qro.: (p. O. No. 24).

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal). 1995. Guía Técnica del cultivo de Sorgo. San Andrés, La Libertad, El Salvador. CENTA, 31p.

<http://semillastodoterreno.com>; Félix J. G. 2007. Guía del cultivo de sorgo para grano en el norte de Sinaloa.

<http://www.agrobit.com.ar>; Cargill. 2006. Manual del Cultivo de Sorgo.

(<http://www.dekalb.com.mx>; Montes E. 2007. Moquita de panoja.

<http://www.engormix.com>; INTA Anguil, 2007. Consideraciones para el cultivo de Sorgo granífero.

<http://www.engormix.com>; Fontanetto H. y Keller O. R. Argentina R. 2012. EEA INTA. Fertilización de sorgo.

<http://www.infoagro.com>; Copton L. P. 2007. Cultivo de sorgo.

<http://www.monografias.com>; Naranjo J. M. 2011. El cultivo de sorgo (*Sorghum vulgare*) como una alternativa medicinal y alimenticia.

<http://www.siap.gob.mx>; SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2012. Sorgo Para Gran.